

УДК 621.311.42

Василь Бунько, к.т.н.

Відокремлений підрозділ Національного університету біоресурсів і природокористування України «Бережанський агротехнічний інститут», Україна

МЕТОДИ ТА ПОКАЗНИКИ НАДІЙНОСТІ ЕЛЕМЕНТІВ РЕЛЕЙНОГО ЗАХИСТУ

Vasyl Bunko, Ph.D.

METHODS AND PERFORMANCE RELIABILITY OF RELAY PROTECTION

В даному випадку предметом дослідження являється надійність та функціонування систем РЗА, схеми резервування комплектів релейного захисту стосовно до захисту об'єктів, (ліній електропередач, силових трансформаторів, збірних шин).

При вирішенні даного питання використовують: методи дослідження інформації (теорія надійності, теорії ймовірностей і математичної статистики), методи дослідження процесів (теорії масового обслуговування), обчислювальні експерименти (теорії імітаційного моделювання і комп'ютерні технології). [2]

Потік профілактичного контролю розглядається як регулярний з незмінним періодом контролю. Проведені дослідження показують, що часті відновлення приводять до необхідності розрахунку показників надійності пристроїв РЗ в «перехідному» режимі експлуатації.

Дослідження показують, що нестаціонарність потоку КЗ впливають на показники надійності пристроїв релейного захисту (ПРЗ). Як метод дослідження обрано імітаційне моделювання (ІМ) на ЕОМ. Були розроблені алгоритм та програма ІМ, за допомогою яких проводилось дослідження впливу ймовірнісних характеристик потоку КЗ.

Мікропроцесорні термінали доцільно вводити в дію в першу чергу на щойно споруджуваних підстанціях, де необхідно реалізувати всі необхідні заходи щодо забезпечення високої якості контуру заземлення, підвищенню перешкодозахищеності по всіх аспектах (перешкоди по колах живлення оперативним струмом, колах змінного струму і напруги захисту). Необхідно також категорично заборонити використання поблизу від таких терміналів джерел електромагнітного випромінювання (стільникових телефонів, електродрилів з колектором, які іскрять та ін.). [1,2]

При розробці методики порівняння варіантів побудови систем захисту на мікропроцесорних терміналах під час проектування, необхідно врахувати наступне:

- в процесі проектування не ставиться завдання оптимізації внутрішньої структури шафи, панелі, а тому необхідно оптимізувати кількість і алгоритм взаємодії цих елементів;
- розрахунки не повинні бути занадто трудомісткими, необхідно максимально спростити методику, не допускаючи при цьому більших неточностей в результатах;
- показники надійності та ефективності повинні враховувати особливості захищаючого об'єкта.[2]

Алгоритм розрахунку показників надійності захисту ЛЕП наступний.

Спочатку необхідно визначити, які типи захистів будуть встановлені на захищаючому об'єкті, в даному випадку ЛЕП. Припустимо, що на лінії буде встановлена в якості основного диференційно-фазний високочастотний захист, у якості резервного - струмовий захист нульової послідовності (СЗНП) і дистанційний захист.

Наступним кроком являється визначення послідовно для кожного із захистів (основного і резервного) наступних величин:

- коефіцієнти частоти відмов у функціонуванні;
- розрахунковий відсоток неправильних дій захисту;
- сумарний відсоток неправильних дій захисту;
- параметр потоку КЗ для об'єкта, який захищається;
- сумарний параметр потоку відмов захисту у функціонуванні;
- параметр потоку відмов у спрацьовуванні;
- параметр потоку зайвих спрацьовувань;
- параметр потоку помилкових спрацьовувань;
- коефіцієнт неготовності до спрацьовування при ушкодженні об'єкта, який захищається;
- параметр потоку зовнішніх КЗ;
- коефіцієнт неготовності захисту при зовнішніх КЗ.

Загальні показники надійності шафи релейного захисту (основний і резервний) захист незалежно діють на відключення ЛЕП, резервування вважаємо повноцінним, при спрацьовуванні як основного, так і резервного захистів (наслідки для системи - однакові):

- загальний параметр потоку відмов захисту в спрацьовуванні;
- загальний параметр потоку зайвих спрацьовувань захисту;
- параметр потоку помилкових спрацьовувань;
- відсоток неправильних дій захисту;
- середній, що втрачається при відключенні, перетікання активної потужності по ЛЕП, яка захищається;
- середній час відновлення нормальної схеми при помилкових відключеннях $T_{во.ХБ}$ задається вихідними даними.

Знаючи «втрачені» при відповідних відмовах захисту у функціонуванні потужності і час відновлення нормального режиму, можемо розрахувати математичні очікування недовідпуску електроенергії через відмови захисту у функціонуванні:

- недовідпуск електроенергії при одному хибному відключенні:

$$W = P_{ПЕР.СР} T_{во.ХБ} ; \quad (1)$$

- математичне очікування недовідпуску електроенергії через хибні відключення захистом, яким захищається ЛЕП:

$$\dot{I} [W]_{\dot{\alpha}} = W \cdot \Omega_{\dot{\alpha} \dot{e} i i \dot{r} \dot{e}} ; \quad (2)$$

При помилкових відключеннях, викликаних дефектом у захисті, АПВ не може усунути його наслідки, тому що після дії АПВ захист знову спрацює хибно.

- вартість одного недовідпущеного (1кВт·год) задається вихідними даними;
- математичне очікування недовідпуску електроенергії через помилкові відключення захистом ЛЕП:

$$M[W]_3 = W \cdot \Omega_{3,компл} q_{АПВ} ; \quad (3)$$

$q_{АПВ}$ - ймовірність неуспішної дії АПВ, яке захищає ЛЕП у процесі її включення після помилкового спрацьовування захисту.

Перелік посилань

1. Захаров О.Г. Надежность цифровых устройств релейной защиты. Показатели. Требования. Оценки. – М.: Инфра-инженерия, 2014. –128с.
2. Шалин А.И. Совершенствование вероятностных моделей и методов расчета показателей надёжности релейной защиты энергосистем / А.И. Шалин, А.С. Трофимов //Материалы докладов международной научно-технической конференции «Электроэнергия и будущее цивилизации» Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2004. – С. 223 – 226.